FUENTES ASCENDENTES

Y MINERÍA.

Número Segundo.



MADRID:
Libreria de MIYAR, *calle del Príncipe, núm.* 2.
1829.

Imprenta de D. Leon Amarita,
plazuela de Celenque.



FUENTES ASCENDENTES.

Creta regenerada.

Como la creta es roca muy interesante para el fontanero, conviene facilitar su conocimiento, cualquiera que sea la forma en que aparezca; y por lo mismo vamos á poner aqui un estracto de las observaciones publicadas en 1827 por el Sr. Bredsdorff sobre la creta regenerada de Selandia, tal cual aparece en el *Boletin de Ciencias naturales* del mes de junio de 1828.

«Se da el nombre de roca regenerada á un conglomerado que se forma en otra regular de la misma especie. La creta regenerada se distingue de la primitiva (mas antigua) en que la masa principal contiene trozos de creta que se sacan facilísimamente, y en que el pedernal está en fragmentos. Algunas veces contiene tambien cantos de cuarzo arredondeados, y otras piedras que solo se encuentran

habitualmente en la arcilla ó en la arenisca. El autor cita muchos parages de Selandia donde se ha encontrado la creta regenerada, y cree que profundizando en ella se llegaria probablemente á la primitiva.»



REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

DE PARÍS.

En las sesiones de 23 de febrero y 9 de marzo de 1829 presentó el Sr. Hericart de Thury algunos trabajos sobre las fuentes ascendentes que acababan de formarse á las puertas de París (Gare de St. Ouen), é hizo la descripcion de una bastante interesante. Es de advertir que en la hoya de París hay tres capas de agua subterránea, y por consiguiente pueden encontrarse manantiales que suban de diversas profundidades. El pozo descrito por el Sr. de Thury está formado por dos taladros uno dentro de otro. En el mas ancho, que llegó á la segunda capa á los 80 pies de profundidad, subieron las aguas hasta pocas varas bajo la superficie de la tierra. Se abrió el segundo en el fondo de aquel, dándole menor diámetro, y se llegó á la creta. El agua en un principio no se elevó á la altura en que se encuentra ahora, porque se lo impedian la arena y cantos que arras-

traba consigo hasta la superficie. Pero los Sres. Flachat que dirigian este sondéo colocaron una bomba en la boca del pozo que hizo que el agua saliese clara y pura, y se elevase muchas varas sobre el suelo; y asi subsiste aun despues de quitar la bomba.

EMPRESA DE SONDEOS DE PARIS,

rue Tiroux, n. 8.

Los Sres. Flachat hermanos y compañía, bien conocidos por su pericia en el arte del sondeo, acaban de anunciar su establecimiento de construccion de sondas, que dividen en cuatro clases, á saber: 1.ª Sonda del labrador. 2.ª Sonda del constructor. 3.ª Sonda del minero. 4.ª Sonda del fontanero. El precio de esta última varia desde 2500 á 2700 francos, y le acompañan una instruccion sobre su manejo, y un diseño de la cabria que debe emplearse, que cuestan 100 francos. *Puede verse el anuncio impreso en Paris en casa de Fermin Didot, hermanos, y que se vende en las librerías de Bachelier y de Huzard.*

En la Gaceta de Bayona de 13 de abril de 1829 se insertó un artículo sobre las ventajas de los po-

zos artesianos en España, que entre otras cosas dice: «En España hay dilatados distritos escasos de agua, y en muchos de ellos la mayor posibilidad de hallarla á cierta profundidad, como sucede en la Mancha, cuyas inmensas llanuras absorven todas las lluvias; pues se ha visto en algun otro pozo profundo, que se ha hecho á mucha costa, que han subido las aguas subterráneas casi á la superficie del terreno, lo que prueba que hay aguas y tal vez venas corrientes, como se ve en el rio Guadiana que desaparece y vuelve á presentarse despues de correr algunas leguas bajo tierra. El distrito que llaman Monegros en Aragon es feracísimo en los años de lluvia y esteril en los secos: en él serian utilísimos los pozos artesianos, no menos que en muchos pueblos de Castilla. La Sagra de Toledo comprende dilatados campos igualmente feraces, que pueden surtir de agua á la capital en años lluviosos, y que son estériles cuando les falta el agua.»

NOTICIAS Y OBSERVACIONES

SOBRE LOS TALADROS HECHOS

EN LAS INMEDIACIONES DE MÁLAGA

PARA FORMAR

FUENTES ASCENDENTES.

«D. Eduardo Delius fue el primero que puso en práctica el taladro hecho con barrena inglesa y operarios de la misma nacion, y con efecto encontró agua, aunque no de una fuerza tal, ó de tanta elevacion en su orígen que saltase á la superficie en que se formó el agujero, por cuya razon procedió á formar en el espresado sitio una noria, respecto á que la cantidad de agua era bastante abundante, y esta con el auxilio de bombas aspirantes, montadas por medio de un sencillo mecanismo, surte una alberca en que se deposita para distribuirla á las tierras con oportunidad.

«D. Fernando Ordoñez ha hecho varios taladros, y aunque ha encontrado aguas son de poca utilidad;

sus operarios han sido españoles, y las barrenas ya inglesas, ya españolas, pues ha hecho últimamente una en esta ciudad con la cual se promete mayores ventajas. Uno de los taladros ha llegado hasta mas de treinta varas de profundidad, y aunque repetidas veces ha encontrado piedra durísima ha sido agujereada con la pieza de la barrena destinada á este fin. Ha llegado á esta ciudad la obra impresa en Madrid que trata de esta materia, y los aplicados labradores estan deseando trabajar segun ella, para ver si logran encontrar la primera riqueza indispensable para la labranza, como es el agua.

«En una hacienda próxima á esta abrieron una noria hasta la profundidad de veinte y dos varas, pero sin fruto: el dueño se incomodó por el gasto infructuoso, pero le aconsejaron que en el fondo de aquella hiciese un barreno; emprendió la obra, y á las veinte varas encontró el agua, que subió á veinte y cinco de altura, y por consiguiente cinco sobre el fondo de la noria, que es ahora copiosa. Esta noria la he visto y reconocido, por lo tanto aseguro la verdad del resultado.» (*Carta particular de Málaga.*)

Aunque es sensible que estas noticias no hayan sido acompañadas de una descripcion geológica del terreno donde se han hecho los taladros, y de los detalles de las operaciones seguidas al formarlos, bastan sin embargo para dar á conocer: 1.º Que las

fuentes ascendentes no son esclusivas de los paises en que, como en Flandes, llueve de contínuo. 2.º Que hay en el mediodia de la España terrenos á propósito para el ascenso de las aguas, esto es, capas permeables entre otras impermeables; bien sea que los manantiales de Málaga se hayan hallado en la creta, bien en otra roca de sedimento inferior ó superior á ella. 3.º Que es muy probable que procediendo con inteligencia puedan multiplicarse las fuentes ascendentes en muchos puntos de las inmediaciones de aquella ciudad, porque el agua de la noria que acaba de citarse será parte de la contenida en la capa permeable que debe formar una zona de alguna estension en longitud y latitud. 4.º Qué es tambien muy posible que en muchos parages de la misma zona suba el agua hasta la superficie del suelo; cosa de grandísima utilidad como saben bien cuantos conocen el valor que da á las tierras en Andalucía el riego de pie.

Los capitalistas que deseaban ejemplos prácticos de las fuentes ascendentes, pueden ver ya que no es mera teoría su introduccion en España, y que este medio industrioso camina en corto tiempo con agigantados pasos á la perfeccion, pues que ya se construyen barrenas en Málaga, y se manejan diestramente por operarios del pais. ¡Tanto influye en el desarrollo de la industria la tranquilidad y el buen Gobierno!

¿Existe en España con abundancia la creta? Basta decir para responder á esta pregunta, que los franceses la llaman *blanco de España.* Por mi parte la tengo vista en muchas vegas de Andalucía, en la Mancha, en Castilla, y tan cerca de Madrid, que se encuentra á dos leguas de esta capital en la cumbre del cerro de Ribas.

MINERÍA.

TRATADO

DEL BENEFICIO

DEL CARBON DE PIEDRA,

Y DE LAS APLICACIONES INDUSTRIALES

DE ESTE COMBUSTIBLE.

EL EDITOR.

No hay quien ignore el admirable desarrollo que han tomado las artes en España desde el año de 1824; pero como los males envejecidos no se curan radicalmente en corto tiempo, es preciso confesar que estamos todavía distantes del estado en que se hallan la Inglaterra y la Francia, sin que haya otro remedio que imitar por ahora á estas dos naciones en cuanto lo permitan las circunstancias de la nuestra. Muchos hombres se quejan de este espíritu de imitacion industrial que se va introduciendo entre los españoles; pero el Gobierno debe promoverlo, y lo promueve en efecto, pues cuanto antes nos pongamos al nivel de los estrangeros, mas pronto principiará á manifestarse nuestro propio genio. Por otra parte, quedarnos atrás en la marcha actual de la industria europea, es querer reducir la España á la nulidad; porque la importancia de una nacion no tanto se mide hoy por la estension de su territorio cuanto por la de su poder; esto es, por la mayor ó menor riqueza que posee. ¿Y cuánta no dan á la Inglaterra sus mas de 12.000 máquinas de vapor, que equivalen á la fuerza de 500.000 caballos?

Pues bien sabida es la influencia de su gabinete en los demas del mundo, á pesar de que el terreno que ocupa es corto comparado con el de otras potencias.

Para hacer los progresos que tanto desea nuestro ilustrado Gobierno, es necesario que se popularicen ciertos conocimientos científicos é industriales; esto es, que sepamos lo que se ha hecho para poder hacerlo nosotros y aun mejorarlo. A este fin ha establecido la munificencia del Monarca cátedras públicas, una Direccion general de Minas, una Junta de Fomento de la riqueza del reino, un Conservatorio de Artes, donde los primeros ensayos de la industria española han admirado á naturales y estrangeros, y pensionado jóvenes para que se instruyan fuera del reino, con otras sabias providencias que nos hacen presagiar un porvenir dichoso, en cambio de tantos males como ha sufrido nuestra patria.

Pero hay tambien otro medio de esparcir la instruccion de las cosas útiles, y consiste en la publicacion de tratados breves (no superficiales) sobre los diferentes ramos de industria, y esto es lo que me propongo hacer hoy dando á luz el primer cuaderno sobre el beneficio de las minas de carbon de piedra y sus aplicaciones industriales. Bien sabidas son las ventajas que ofrece el uso de este combustible; pero ademas puede verse para disculpar mi osadia la memoria que escribió en castellano, é imprimió en Pa-

rís el año pasado Don Gregorio Gonzalez Azaola.

El orden que he seguido en este tratado es el siguiente: En primer lugar espongo la naturaleza y caracteres del carbon de piedra, y sus variedades, ó lo que es lo mismo lo considero orictognósticamente; paso despues al examen geognóstico de los criaderos y rocas que contienen este precioso combustible, indicando algunos parages de España que yo mismo he visitado; entro despues en el modo de reconocer un terreno para saber si contiene minas abundantes de carbon; á continuacion describo el modo de beneficiar las minas, no omitiendo los medios de ventilarlas, desaguarlas y alumbrarlas; y concluyo la primera parte de las dos en que divido la obra, esplicando el modo de alzar el plano de una mina, y de trazar los cortes de las labores; operaciones muy necesarias para el beneficio. Pero debo advertir que omito en esta parte todo aquello que tiene de comun el beneficio de las minas con la formacion de las fuentes ascendentes, y que queda ya esplicado en aquella obra; bien que cuido de hacer las remisiones correspondientes. En la segunda parte procuro esponer las aplicaciones industriales mas interesantes que tiene hasta el dia el carbon de piedra. Entre las varias obras de que me he valido para la redaccion de este tratado, son las principales la del Sr. Heron de Villefosse sobre la riqueza mineral, que es la mas clásica que se conoce de minería, y el

Diccionario tecnológico que se está publicando actualmente en París.

La utilidad comun es el fin único que me he propuesto; y si á pesar de los muchos defectos que contendrá este tratado produjese alguna, me animaré á recorrer en lo sucesivo por el mismo orden algunos otros ramos de la minería, por ser la especie de industria que se va desenvolviendo ahora en España con mas felices resultados.

TRATADO

DEL BENEFICIO DE LAS MINAS

DE CARBON DE PIEDRA,

Y DE LAS APLICACIONES INDUSTRIALES

DE ESTE COMBUSTIBLE.

PARTE PRIMERA.

DEL BENEFICIO DE LAS MINAS DE CARBON DE PIEDRA.

Caracteres y variedades del carbon de piedra.

Se da el nombre de hulla, hornaguera, ó carbon de piedra, á una sustancia mineral compuesta en proporciones variables de carbon, betun y aceite esencial; de algunas cortas cantidades de óxidos, sulfuro de hierro, sulfatos de cal, de sosa y de alúmina, de materia azoada, de restos orgánicos etc. Es sólido, negro, opaco, brillante, insípido, quebradizo y á veces desmenuzable, y su peso específico respecto del agua de 1, 3.

Las numerosas variedades de carbon de piedra que se citan pueden reducirse á tres, á saber: carbon graso, carbon seco y carbon compacto. El carbon graso es negro brillante y se inflama fácilmente. Tiene la particularidad cuando se echa al fuego de ablandarse, hincharse y aglutinarse en una masa pastosa. El carbon seco es mas sólido que el graso y que el compacto, su color menos subido, y pasa al gris de acero; la superficie y la fractura son casi siempre muy brillantes, se inflama con mas dificultad que el anterior, casi no se hincha al fuego, ni se aglutina jamas; produce una llama azulada y un humo fétido y sulfuroso, y contiene menos betun que el carbon graso. El compacto tiene un negro algo agrisado, su fractura es aconchada ó plana, y su solidez tal que puede trabajarse al torno, pero la dureza no es grande: es muy ligero, arde fácilmente con una llama blanca, brillante y larga.

Las cualidades del carbon de piedra varian mucho de un parage á otro, y aun en uno mismo suele haber grande diferencia entre las capas mismas, y á veces entre las partes de una capa. Se ha observado en general que el betun abunda menos en las capas próximas á la superficie de la tierra que en las mas profundas.

Ademas de las variedades que produce el mas ó menos betun en el carbon de piedra, hay tambien otras sustancias que perjudican á los usos á que se

destina, y es la peor la que contiene sulfuro de hierro cuando se encuentra diseminado en él y en abundancia; porque en este caso el combustible no puede servir para muchos usos á causa de los vapores sulfurosos que se desprenden durante la combustion; y ademas está espuesto á inflamarse en los montones por la descomposicion del sulfuro. El carbonato de cal suele tambien hacer inutil el carbon para ciertos usos.

SITUACION
DEL CARBON DE PIEDRA
EN LAS CAPAS TERRESTRES.

Ya sabémos el lugar que ocupa el carbon de piedra en la costra mineral de la tierra *(Esposicion sucinta de los conocimientos actuales sobre la disposiçion relativa de las rocas, que precede al tratado de las fuentes ascendentes.)*; pero como ahora nos interesa conocer mas detalladamente el terreno que lo contiene, entraremos en algunos pormenores que omitimos entonces.

Desde el terreno primitivo en que aparece el carbono en la antracita, va aumentando gradualmen-

te, tiñe las pizarras intermedias y las hace pasar á carbonosas, de las cuales parece que hay un solo escalon al carbon de piedra. Desarróllase este pasado el terreno de transicion, penetra en la caliza alpina, y disminuye en la conchera y del Jurá, en las cuales empiezan á parecer las lignitas, cuya abundancia se encuentra en los terrenos terciarios. El verdadero lugar del carbon de piedra es pues como hemos dicho el que hay entre la última formacion del terreno intermedio y la caliza alpina; bien que en esta suele hallarse en depósitos considerables.

Pero no se crea por lo que acabamos de decir que las rocas se han de encontrar siempre en los términos indicados, ni que el carbon de piedra haya de abundar siempre en todos los parages donde le corresponde, ni que dejen de contenerle otras rocas inmediatas. La supresion local de una ó muchas formaciones puede hacer que en unos puntos la del carbon de piedra repose inmediatamente sobre el granito primitivo mas antiguo, y que no esté cubierta por ninguna otra roca. Tambien puede suceder que la misma formacion de carbon de piedra esté suprimida en algunos parages y haya un contacto inmédiato entre las rocas superior é inferior, ó que se encuentren algunos depósitos considerables de aquel combustible en rocas que apenas contienen indicios en otros parages. Aunque esto no sea una anomalía ni una inversion en el orden de las

formaciones, debe tenerse muy presente para evitar errores que pueden ocasionar dispendios considerables é inútiles.

La mayor parte de los geólogos da por origen al carbon de piedra la descomposicion de materias orgánicas envueltas en las capas terrestres. La leña vegetal dicen pasa á leña fosil, esta á lignitas, las lignitas á carbon de piedra, y este á la antracita. Pero falta esplicar cómo han podido quedar sin descomponerse los restos vegetales que se encuentran en medio de las masas de carbon de piedra, y de donde provienen los betunes que no dan los cuerpos orgánicos en su descomposicion espontánea. Es pues lo cierto, que no tenemos datos positivos sobre el origen de esta sustancia.

El carbon de piedra se encuentra generalmente en capas, á veces en masas, y rara vez en betas. Se entiende por capa ó banco una masa mineral estendida en longitud y latitud, pero de poco espesor relativamente á las otras dos dimensiones, que forma uno de los pisos del terreno, y es por consiguiente paralela á los demas. Las capas de carbon suelen torcerse, estrecharse y ponerse en zigzag (fig. 1.ª), y ademas suelen contener betas de rocas estériles que originan labores considerables para poder encontrar dichas capas por la parte superior ó inferior de las betas. Aunque las capas de carbon rara vez tienen una direccion constante, es no obstante pa-

ralela casi siempre á los valles que las contienen. La corpulencia varía tambien mucho; las hay de diez y doce varas y aun mas, bien que estas pueden considerarse como el resultado de la reunion de muchas capas separadas por fajas delgadas de pizarra. Cuando las capas son muy gruesas y cortas pasan á masas cuya naturaleza y composicion son las mismas que las de las capas (fig. 2.ª). Las betas son masas minerales que cortan casi siempre los estratos de los terrenos que las contienen y que han sido creadas de diferente modo (fig. 3.ª). Para poder formar una idea exacta de estos criaderos figurémonos que se han hecho grandes hendiduras en las rocas y que se han rellenado despues con materias minerales. Hemos dicho que cortan casi siempre los estratos, porque es muy posible que se forme alguna vez una hendidura en el mismo sentido de la estratificacion. Podemos pues representarnos las betas como grandes planchas que cortan la roca de varios modos. Las caras de la plancha se llaman *cajas*, y las dos paredes de la hendidura que la contiene *astiales*. Cuando la *beta* está inclinada, cosa que sucede con mucha frecuencia, la roca en que reposa tiene el nombre de *cama*, y de *techo* la que la cubre. La parte superior de la beta se llama *cabeza*; pero si sale á la superficie de la tierra toma el nombre de *cresta*. Los estremos inferiores de la beta se llaman *cola*. Estas denominaciones son tambien aplicables á las *ca-*

pas. En las betas debe examinarse la direccion, la inclinacion y la corpulencia ó grueso del mismo modo que en las capas. *(V. la esposicion que precede al tratado de las fuentes ascendentes.)*

Los parages donde se encuentra el carbon de piedra son los depósitos arenáceos de los terrenos de areniscas y pizarras, y los de carbon y caliza.

Terrenos de areniscas y pizarras.

Esta formacion presenta capas sucesivas bastante constantes, y ordinariamente en el orden que sigue:

1.º Psammitas, ó areniscas micáceas, que pasan á las molasas por un aumento de mica en pajillas, y á las areniscas groseras é incoherentes cuando sus elementos son voluminosos y reunidos solamente por un gluten arcilloso. Estas areniscas que estan formadas de todas las sustancias que componen las rocas primordiales, esto es, cuarzo, felspato y mica, presentan una serie de tránsitos y de variedades en el tamaño de los granos y en su solidez, que hay unas que se deshacen con los dedos, y otras que sirven para piedras de molino y de amolar.

2.º Pizarras arcillosas que pasan ya á una arenisca molasa por un aumento de mica, ya al carbon de piedra impregnándose de betun. En ambos casos suelen contener impresiones de plantas, unas veces

convertidas en carbon negro y muy brillante, otras ocultas entre las hojas de las pizarras arcillosas conservando sus formas y aspecto.

3.º Capas calizas, margas y arcilla ductil ó endurecida, de un gris verdoso, ó rojo pardusco.

4.º Hierro carbonatado lapídeo y terroso, que no suele ser mas que una arenisca cargada de carbonato de hierro susceptible de dividirse en masas poliedricas, cuya superficie pasa al hidrato ú óxido rojo.

En estos terrenos, que suelen estar sobrepuestos inmediatamente á las rocas primitivas, y cubiertos por una caliza análoga á la del Jurá ó por la arenisca roja, forma casi siempre el carbon capas sobrepuestas separadas por otras de arenisca, de pizarra ó de arcilla que se repiten muchas veces en el mismo orden. Estas capas, cuyo número suele variar desde dos hasta sesenta ó mas, son siempre paralelas á las otras capas lapideas que las separan, y toman posiciones muy raras. El carbon no se encuentra en contacto con las psammitas groseras, pues lo que lo cubre ordinariamente es una arcilla parda, grasienta y muy tenaz. Tambien se ha observado que las pizarras que cubren las capas de carbon, estan muy impregnadas de betun, y las que estan debajo contienen por el contrario muy poco. En fin, el carbon que se encuentra en esta formacion es el de mejor calidad, y en general el mas abundante.

Terrenos de carbon y de caliza.

Los terrenos calizos que pueden contener capas de carbon, pertenecen á las cordilleras de segundo orden, ó terrenos secundarios. La masa principal de la caliza de esta segunda formacion es ordinariamente conchera, compacta, de grano fino y unido; su color varía desde el blanco amarillento al gris claro: los bancos horizontales que forma presentan cortes verticales en forma de escalones, pero á las inmediaciones del carbon desaparecen los grandes bancos y la masa se hace margosa, desmoronadiza, se divide en hojas, y en ellas aparecen algunas trazas de carbon. Este criadero que suele encontrarse á veces á mucha altura sobre el nivel del mar, es en general menos productivo que el anterior, y su carbon es seco.

Sensible es por cierto que no se hayan hecho hasta ahora descripciones completas y exactas de los principales terrenos de carbon de piedra que hay en la Península; ni yo he podido ocuparme de tan importante objeto. Sin embargo, omitiendo hablar de el de Asturias cuya provincia no he visitado, haré algunas indicaciones sobre el de Villanueva del Rio en la provincia de Sevilla, y sobre el de Tamajon en la de Guadalajara, que he visto aunque de paso.

En la falda meridional de la Sierramorena, cerca de la confluencia del Guesna y el Guadalquivir,

se ven á una y otra margen de aquel rio muchas colinas que se pierden despues en las llanuras que forman las fértiles campiñas de Sevilla. Estas colinas que descansan en las pizarras arcillosas de la sierra, presentan bancos de carbon de piedra graso de dos y tres varas de corpulencia, divididos por delgadas fajas de arcilla apizarrada, y solo estan cubiertas por una capa de almendrilla que forma la superficie del terreno. El carbon es de buena calidad, y las minas que no tienen en el dia labores considerables parecen abundantes. Pero hay el inconveniente de la inundacion cuando las labores llegan á mayor profundidad que la que tiene el alveo del rio Guesna, por cuya causa estan abandonados algunos pozos. Este inconveniente no existiria acaso en otros muchos parajes de aquellas inmediaciones donde tambien debe encontrarse el carbon, pero que no se hallan reconocidos ni catados. La compañía de Guadalquivir estableció una bomba de vapor para desaguar algunos pozos, pero en el dia está sin uso.

Este terreno deberia reconocerse y describirse con mucha exactitud, pues ademas de las ventajas que puede ofrecer al pais la esportacion del carbon de piedra, deberia consumirse mucho en aquella sierra, y con particularidad en la fábrica de hierro del Pedroso, donde se acaba de formar un buen establecimiento. Ya D. Pedro Henry reconoció en otro tiempo estas minas, é informó sobre ellas; pero des-

graciadamente en su época se hallaba en la cuna la geologia positiva, y por consiguiente su descripcion no ofrece el mayor interes. Pero en el dia en que las observaciones en este ramo son tan seguras como en cualquier otro de la filosofia natural, y en que el gobierno español solo desea indicaciones de trabajos útiles para llevarlos á cabo, es cuando esta empresa y otras análogas se dirigirán con acierto y ofrecerán resultados ventajosos á la España.

El pueblo de Tamajon se halla en la falda S. de la cordillera que divide las aguas entre el Duero y el Tajo que en aquel parage se llama Somosierra. Apenas se sale del pueblo hácia el N. se ve el terreno compuesto de pizarra arcillosa, cuya direccion general es de N. 20° E. (sin correccion de declinacion), y la inclinacion media de 55° O. N. O. A un tiro de de bala al O. de Tamajon aparece una capa de pizarra carbonosa con la misma inclinacion que las arcillosas, pero cuya direccion es N. 20° O. y buza al O. S. O. La cama de esta capa es la pizarra arcillosa y su techo una arenisca. Sobre la cresta de esta capa y en su direccion hay dos pozos que se hicieron para buscar el carbon y que no pude reconocer por hallarse llenos de agua; pero me aseguraron algunas personas que habian trabajado en ellos, que este combustible se encontraba en hojas delgadas entre la pizarra, y que jamas se presentó con abundancia en las labores.

Como hay inmediatamente encima de la arenisca

que sirve de techo á la capa de pizarra carbonosa una caliza secundaria estratificada horizontalmente que impide, digámoslo asi, el desarrollo superficial de la arenisca, me propuse estender mis indagaciones al O. con el objeto de buscar otro sitio donde por la supresion de esta misma caliza, se presentase al descubierto el terreno inferior, y ver si era efectivamente de carbon de piedra.

Por fortuna encontré lo que deseaba á una legua de Tamajon en el sitio que llaman Bonaval. El rio Jarama, que nace en las inmediaciones del Cardoso, despues de haber atravesado los terrenos primordiales de Somosierra, se ha abierto paso por los secundarios formando un valle bastante profundo en el que aparecen las rocas en tajos verticales como si estuviesen cortadas á pico. La estratificacion de todas ellas es horizontal, y me fue fácil examinar no tan solamente la naturaleza de los estratos en bastante altura, sino tambien hasta las hojas mas delgadas, á causa de la favorable disposicion de los cortes. La parte superior de los tajos estaba compuesta de aquella misma caliza horizontal que he dicho que en Tamajon sigue inmediatamente á la arenisca, y en su parte inferior vi varios bancos de arcilla amarillenta bastante compacta que reposan en areniscas y otras arcillas propias del carbon de piedra, y tambien examiné algunas capas de este combustible cuyo mayor grueso era de medio pie.

Habiendo reconocido despues con alguna detencion mucha parte del valle, ví que los terrenos de una y otra margen del rio eran con efecto de arenisca roja, y que las capas de carbon tomaban espesor en la parte inferior. Algunos catadores han hecho en aquel parage escavaciones muy superficiales, y han conseguido tener carbon mejor que el de Tamajon, aunque seco, y en mayor cantidad.

Las labores principales que se han hecho hasta ahora (1828) consisten en los dos pozos que he referido, cuya situacion no me parece la mas á propósito, porque la capa que los contiene puede considerarse como última del terreno intermedio ó como primera del secundario. Por otra parte el carbon de esta misma capa está lleno de piritas, arde dificilmente, y no es por lo tanto el mas á propósito para los usos á que se destina este combustible.

En Bonaval es pues donde podria buscarse con utilidad el carbon de piedra, pero sin proceder á labores dispendiosas hasta hacer con la sonda las indagaciones necesarias para saber si aumenta el número y espesor de las capas, y si las filtraciones de las aguas del rio oponen ó no obstáculos á su beneficio. Con este utilísimo instrumento podrian tambien hacerse taladros en otros parages para evitar el inconveniente de las aguas, si lo hubiese en Bonaval; porque existiendo esta formacion de carbon de piedra en la falda S. de Somosierra, es posible que

se estienda por debajo de mucha parte de los terrenos mas modernos de que se compone el valle del Tajo.

Los terrenos en que se deba esperar encontrar carbon de piedra, han de contener algunos de los indicios siguientes: 1.º La traza negra de una capa que se presente en la superficie ó en algun parage escarpado; ó la presencia de algunas pizarras negras que contengan partículas de carbon que reluzcan al sol. 2.º Los fragmentos de carbon encontrados en los torrentes. 3.º La resudacion de algunas aguas bituminosas. 4.º La presencia y alternativa de psammitas, arcillas pardas y pizarras con impresiones.

Para hallar estos indicios es necesario pasar de los valles principales á los subalternos colaterales y examinarlos con cuidado. En los valles que hay á uno y otro lado de las grandes hoyas, dice Duhamel, es donde se encuentran ordinariamente los depósitos de carbon de piedra. Tambien pueden servir como primeros puntos de reconocimiento las rocas de la misma formacion del carbon ó las que las cubren; tales son las calizas grises de grifitas, que contienen tambien belemnitas, ammonitas, etc.; las areniscas rojas, ciertos hidratos de hierro, los yesos de colores, sedosos, etc.

El descubrimiento de una capa de carbon no consiste solamente en reconocer una traza, es necesario asegurarse ademas de que esta traza se convierte

en una capa de bastante corpulencia que puede beneficiarse utilmente, y si su direccion, inclinacion y espesor son constantes ó en qué disposicion se hallan.

PRINCIPIOS GENERALES

DEL

LABOREO DE MINAS.

Despues de haber estudiado la composicion geológica de un pais y de haber concebido una esperanza racional del buen éxito, se procede generalmente á las labores de indagacion, porque rara vez los datos adquiridos son bastantes para establecer desde luego el beneficio. Pero antes de tratar de estas labores vamos á dar á conocer los medios de que se vale el minero para penetrar las rocas y poder llegar á los criaderos que busca.

En un principio se hizo uso del fuego para quebrantar las rocas y poderlas arrancar despues con facilidad; pero este medio era muy costoso por el consumo de combustible, y se le ha sustituido el pico y la pólvora. Pero hay todavia casos aunque raros en que las rocas ó las menas son tan duras

que la pólvora y el pico apenas producirian efecto.

El modo de hacer uso del fuego es formando una hoguera contra la pared de la galeria que se va á continuar, y colocándola de modo que la llama se dirija hácia las partes que se han de arrancar. El calor que esto produce y los gases que pueden desprenderse de ciertas minas piritosas y arsenicales, exigen que los mineros salgan de las minas mientras se efectua la combustion, y que no entren hasta pasado algun tiempo despues de concluida. La temperatura es entonces bastante alta, y conviene que al entrar arrojen agua en las paredes de las galerias. Con esta operacion se abre la roca y es facil arrancarla con cuñas y palancas.

El pico se emplea cuando la masa que se beneficia es blanda, y especialmente cuando es cavernosa, porque entonces la pólvora no produciria efecto alguno; pero en los demas casos es preferible esta porque proporciona mas prontitud y economia.

El modo de emplear la pólvora es echando barrenos, esto es, abriendo un agujero cilíndrico en la roca é introduciendo en él un cartucho lleno de pólvora, al cual se da fuego por medio de una mecha de cierta longitud. El instrumento de que se hace uso para abrir los agujeros se llama *barrena*, y consiste en una barra cilíndrica de hierro que remata por un lado en un bisel de acero ó en dos en forma de cruz. El minero coloca con la mano izquierda este estremo

contra la roca y le da golpes en el otro con un mazo de hierro que tiene en la derecha, cuidando de dar vueltas á la barrena á cada golpe para que el bisel deshaga la piedra en todas direcciones. El polvo que se forma se saca de tiempo en tiempo con un instrumento que llaman *cuchara.* Las dimensiones de las barrenas varían segun la naturaleza de la roca.

Cuando la roca no tiene agua se pone la pólvora en el agujero sin mas intermedio que un cartucho de papel; pero cuando la contiene deben taparse las hendiduras con arcilla, y si esto no basta se hace un cartucho de ulé. Puesto el cartucho en el agujero se introduce por un lado una barrita cilíndrica que se llama *agúja.* Se rellena despues el agujero con arcilla seca, se saca la aguja y queda formado un agujero por donde ha de pasar el fuego al cartucho. Este agujero se llena de pólvora fina con un tubo de pluma, paja ó papel y en el estremo se le pone una pajuela que tenga el largo suficiente para que dé tiempo al barrenero á ponerse en salvo. Verificada la esplosion arranca el minero con cuñas, palancas, picos, etc. todo lo quebrantado, y vuelve á formar otro barreno.

En muchas minas se usan agujas de hierro; pero como las rocas siliceosas pueden dar chispas con el choque, es mejor valerse de agujas de cobre para evitar desgracias. Sin embargo la mayor parte de los

mineros que no se cura del porvenir, quiere usar mas bien las de hierro porque son mas cómodas y durables.

La pólvora de las minas es algo mas gruesa que la de artillería, y aunque ordinariamente se usa pura, parece que mezclada con una cierta cantidad de serrin produce el mismo efecto y no se consume tanta.

El capataz de la mina debe señalar el parage, direccion y profundidad de los barrenos, porque para que produzcan todo el efecto posible es necesaria una cierta inteligencia y cuidado.

Si alguna vez hay que barrenar debajo del agua se puede emplear el método que se sigue en los puertos, y consiste en introducir en el agujero un cilindro de hoja de lata del mismo diámetro que el taladro, y en él se coloca, ataca y rellena el cartucho del modo dicho anteriormente.

Labores de indagacion.

Vengamos ahora á las labores de indagacion que son de tres clases, á saber: zanja al descubierto, labores subterráneas y sondeo.

La zanja al descubierto se forma para reconocer la cresta de una capa ó de una beta, cuidando que sea perpendicular al criadero que se examina. Estas zan-

jas son poco costosas, y su latitud y profundidad dependerán de la mayor ó menor cantidad de terreno que haya que abrir para llegar al criadero.

El objeto de las indagaciones subterráneas es el reconocimiento de la situacion y riqueza de una beta ó de una capa cuya existencia es ya conocida, bien porque se presentan á la superficie, bien porque se han reconocido con los trabajos al descubierto. Como estas indagaciones exigen labores semejantes á las del beneficio de las minas de que se hablará despues, suspenderemos por ahora el tratar de ellas, y solo haremos algunas indicaciones sobre la disposicion que deben tener.

Supongamos por ejemplo que la beta ó capa cuya naturaleza ha de estudiarse, sale á la luz por el flanco de una montaña; en este caso se abre una galeria horizontal en la cresta de la capa ó beta y se prolonga en su direccion. Esta galeria, que se llama de prolongacion, dará á conocer el criadero á lo largo. Si se quisiese conocer tambien su inclinacion, deberia abrirse un pozo inclinado en uno de los puntos de aquella galería, y en llegando el pozo á cierta profundidad debe formarse otro caño mas bajo, pero en la misma direccion del criadero. Con solo estas labores se puede estudiar un trozo suficiente para formar idea exacta de la regularidad y riqueza de la capa ó beta que se quiere beneficiar; y son menos costosas que las demas, porque como

se hacen sobre el criadero mismo producen mineral desde un principio.

Si la capa es casi vertical, ó la cresta aparece por bastante distancia en la superficie del terreno, será lo mejor hacer pozos verticales de trecho en trecho para reconocer de este modo una gran parte. La profundidad que hayan de tener estos pozos dependerá de la dureza de la roca y de la facilidad de dar corriente á las aguas que se encuentran casi siempre á corta distancia de la superficie de la tierra.

Tambien se hará uso de pozos verticales para esplorar una capa horizontal que se halle á poca profundidad; y para que las indagaciones sean mas seguras debe procurarse que los pozos comuniquen entre sí por medio de galerias abiertas en la capa misma que se reconoce. Esta disposicion de las labores de indagacion es muy costosa cuando la capa está á mucha profundidad, en cuyo caso vale mas hacer uso del sondeo, con especialidad cuando no es muy duro el terreno que hay encima de la capa.

Como esta operacion queda suficientemente esplicada en el *tratado de las Fuentes ascendentes*, omitiremos ahora el tratar de ella.

Modo de beneficiar las minas.

Reconocido el criadero por los medios que acabamos de indicar, se procede al beneficio que se eje-

cuta ora al descubierto, ora con labores subterráneas, segun que la capa ó la beta reconocida está próxima á la superficie ó muy profunda.

El beneficio al descubierto es facil y necesita pocas reglas: las mas principales consisten en acarrear los escombros con economia; en disponer las labores de manera que los mineros puedan arrancar la mena con facilidad, lo que se consigue trabajando por gradas, porque entonces se presenta la masa desprendida por muchas caras; en evitar los derrumbamientos, bien dando á las paredes la inclinacion conveniente, bien sosteniéndolas; en impedir que las aguas de la superficie se filtren al interior de las labores facilitando la salida á las que no se puede desviar ó agotar de un modo mas económico.

La naturaleza y disposicion de las labores en el beneficio subterráneo dependen de las de los criaderos que podemos dividir en cinco clases, á saber: 1.ª Betas y capas muy inclinadas que tienen á lo mas dos varas de corpulencia. 2.ª Capas poco inclinadas ú horizontales cuyo espesor no pasa tampoco de dos varas. 3.ª Capas muy gruesas y poco inclinadas. 4.ª Betas y capas muy inclinadas y muy corpulentas. 5.ª Masas de dimensiones considerables.

Muchas labores de minas, cuyo beneficio es algo antiguo, han sido dirigidas con la idea de obtener inmediatamente productos ventajosos, lo que no tan solamente ha perjudicado las mas veces á la prose-

cucion del beneficio, sino que tambien las ha puesto en el caso de perderse enteramente. Facil es conocer que para alcanzar el producto que se desea de un establecimiento de esta naturaleza, es menester disponer las labores de modo que quede lo menos posible de la materia que se beneficia, y que haya recursos para el caso en que el criadero empobrezca. Esto se consigue por medio de las labores preparatorias, cuyo objeto es desprender la masa mineral por muchos lados, disponer plazas, facilitar la circulacion del aire, la salida de las aguas y el acarreo de las materias que se estraen. Estos trabajos preparatorios muy análogos á los de indagacion consisten en pozos y caños. Los pozos pueden ser rectos ú oblicuos: los primeros son preferibles cuando han de servir para el beneficio y estraccion de las aguas; pero los inclinados suelen ser cuando se trata de indagar los mas económicos y convenientes por varias razones.

1.ª Porque siguiendo la inclinacion de la capa ó beta, y habiendo sido abiertos en su masa, tienen la ventaja de dar á conocer su situacion y riqueza. 2.ª Producen inmediatamente mineral, y ademas la roca de la beta se suele arrancar mas facilmente que la de los astiales. 3.ª Su natural inclinacion presenta facilidad para colocar las escalas que sirven para que bajen los trabajadores.

La colocacion del pozo depende de la naturale-

za del terreno y de la disposicion del criadero, y asi es que unas veces se abre en el techo y otras en la cama de las capas ó betas. Se abre en el techo cuando la inclinacion de la capa ó de la beta es paralela á la pendiente de la montaña, y en la cama cuando no lo es. Si el mineral está en masa conviene colocar los pozos fuera de ella, porque deben temerse los derrumbamientos, y resultaria una pérdida bastante considerable con motivo de los pilares que hay que dejar para la solidez del terreno.

En cuanto á las galerias la disposicion del terreno indicará la situacion que deben tener. Si la beta ó la capa se hallan, por ejemplo, en la pendiente de una montaña, será conveniente colocarlas al nivel del valle, pues de este modo se podrán disponer facilmente las labores, la estraccion del mineral será mas cómoda, y tambien será mas facil principiando por debajo sostener las partes superiores que estan intactas, que asegurar una masa disfrutada y llena de escombros, como se hubiera verificado principiando las labores por la parte superior. Pero no se crea por esto que las labores han de partir siempre del punto mas bajo, pues por el contrario lo que se hace ordinariamente es dividir la beta ó la capa con galerias horizontales abiertas en la masa á diferentes niveles, y cortar estas con uno ó muchos pozos verticales. Asi se obtienen otros tantos sólidos como

caños hay, y se beneficia cada uno principiando por la parte inferior.

Cuando se cortan las galerias de que acabamos de hablar con muchos pozos verticales con la idea de disfrutar el criadero por muchos puntos, suelen los pozos distar entre sí de 300 á 500 varas, ó mas bien deben combinarse las distancias atendiendo á la profundidad de las labores y á la facilidad del acarreo; asi es que en las minas poco profundas se pueden hacer los pozos mas inmediatos, porque el coste de abrirlos queda bien compensado con la economia de los transportes interiores. Pero cuidado que si en las minas de carbon de piedra se hacen muchos pozos como antiguamente, se facilita á las aguas de las lluvias el paso á las labores, y se aumenta bastante el costo del desagüe.

Si la beta ó la capa que se beneficia tiene unos 45° de inclinacion al horizonte, y no es muy grande su corpulencia, se harán entonces algunas modificaciones á las reglas generales que acabamos de sentar sobre la disposicion de las labores preparatorias. Porque en lugar de volver á cortar las galerías de prolongacion con pozos verticales, debe principiarse abriendo una galería con la inclinacion de la capa, y despues otros perpendiculares á esta, de modo que quede la capa dividida en varios trozos. Si la inclinacion de la capa fuese tan considerable que los mineros no pudiesen andar por un caño de tan-

ta pendiente, se hace menos inclinado.

Cuando el terreno en que se abre un pozo es sólido y no necesita por consiguiente sosten alguno, se le da la forma de un cuadrado, de un rectángulo, ó de un círculo; pero si el terreno que ha de atravesar el pozo es poco sólido, ó hay que enmaderarlo, se le da la forma cuadrada, rectangular ó polígona; y se hace oval cuando hay que revestirlo de mampostería.

Las dimensiones de los pozos varian segun los usos á que se destinan: si son de indagacion ó de ventilacion deben tener de 3 y medio á 4 y medio pies de diámetro; los de estraccion, de desagüe y los que sirven para que suban y bajen los mineros, han de tener de 7 á 8 pies de lado si son cuadrados, y si son oblongos 10 y medio pies el lado mayor y 5 el menor; bien que hay ocasiones en que se les dan dimensiones casi duplas. Los pozos oblongos son casi siempre preferibles porque pueden aplicarse á muchos usos, y asi es que hay algunos de estos que tienen tres bocas independientes entre sí; una que sirve para la estraccion, y las otras dos para el desagüe, y ascenso y descenso de los mineros. Cuando los pozos son oblícuos, el lado mayor es paralelo á la direccion de la beta.

Las galerías de las minas pueden ser horizontales ó inclinadas. Los que sirven para el reconocimiento del criadero ó para dividirlo en varios tro-

zos, son horizontales, salva la pendiente necesaria para que corran las aguas, que es ordinariamente de 1 por 400. La altura de las galerías es por lo comun 3 y medio pies, y el ancho 8; pero esta regla no es general porque las dimensiones de las galerías dependen mas bien del uso á que se destinan, de la corpulencia del criadero y de la solidez del terreno. Asi es que cuando se abre una galeria en una capa de carbon cuyo espesor no pasa de 10 pies, se le da por altura toda la corpulencia de la capa; y si el terreno es duro y solo sirve de comunicacion, se hace lo mas estrecho y bajo posible. Las galerías inclinadas son análogas á los pozos inclinados, bien que es menor la inclinacion en aquellos.

Es muy frecuente que el terreno en que se forman las galerías y los pozos tenga algunos puntos poco sólidos que haya precision de asegurar. Esta operacion se hace ó con madera, ó por medio de mampostería. La madera suele usarse mas, porque es medio mas económico.

La disposicion del enmaderamiento varia con la naturaleza del terreno y con la forma de la escavacion. Supongamos, por ejemplo, que se trata de sostener el cielo de una galería cuya cama y techo son sólidos: en tal caso basta poner vigas que descansen en ambas paredes, y cubrir con maderos el espacio que hay entre ambos puntales para que contengan las piedras que se desprendan del cielo. Si la

cama ó techo amenazasen ruina, se apuntalará la parte podrida, haciendo que el otro estremo de la viga descanse en la roca viva, y si el techo y la cama fuesen poco sólidos, la viga que sostiene el cielo debe entrar en unas muescas abiertas en cada puntal. Tambien puede suceder que el suelo de la galería no resista suficientemente á la presion de los puntales, y en tal caso deben reposar estos en un madero llamado *solera*, y quedan formados marcos completos, como se ve en las fig. 4 y 5.

Aunque el enmaderamiento se hace comunmente á continuacion de las labores de beneficio, sin embargo es menester hacerlo antes cuando el terreno es movedizo. Para esto despues que el minero ha colocado un marco completo, introduce por detrás tablas gruesas y puntiagudas que sostienen las arenas, y asi se pueden sacar estas sin peligro de que haya un hundimiento. Se dispone en seguida otro marco al estremo de las tablas, y de este modo se continua hasta que se haya concluido el terreno movedizo. Las dimensiones de los maderos dependerán de la resistencia del terreno y del tamaño de las escavaciones. Cuando una galería ha de servir á la vez para el acarreo y el desagüe se forma un tablado *a b* (fig. 4 y 5).

Tambien hay que modificar el enmaderamiento de los pozos segun la naturaleza del terreno; porque hay ocasiones en que solo se colocan dos ma-

deros perpendiculares á las paredes, como sucede, por ejemplo, cuando se abren en la masa misma de la beta, y hay que impedir que el techo y la cama esten muy próximos. Pero lo mas comun es que el enmaderamiento del pozo se haga con marcos completos, colocando estos á distancias mayores ó menores segun sea la solidez del terreno. Hay tambien una ocasion en que se forman los marcos contiguos, y es cuando es muy considerable el empuje de las tierras y de las aguas, en cuyo caso se rellenan despues los marcos con estopas, cuyo modo de asegurar se llama *apeo*. A los pozos que se enmaderan se les da ordinariamente la forma cuadrada ó rectangular, porque es la mas cómoda para el uso del pozo, y la mas ventajosa para el revestimiento.

Cuando los marcos no estan contiguos, se les ponen por detras tablas que sirven para sostener las piedras que podrian desprenderse de las paredes del pozo y para consolidar la armazon. Facil es conocer que es importante que el marco inferior sea muy sólido, pues que descansa en él todo el sistema que hay encima. Muchas veces sucede tener que formar doble enmaderamiento, uno provisional al abrir el pozo, y otro mas sólido que se principia por la parte inferior. A veces se da á los pozos la forma circular, pero es generalmente cuando han de ser de corta duracion, como sucede en el beneficio de las minas de aluvion, y en este caso se re-

visten con ramas flexibles trenzadas ó con duelas de barriles. (*Véase sobre esto el tratado de las Fuentes ascendentes.*)

En algunas minas se usa la mampostería en lugar de la madera, y aun en Inglaterra se revisten los pozos con ladrillos, medio mas económico en aquel pais donde la madera es muy cara y el combustible muy barato. Este modo de sostener las minas consiste casi siempre en la construccion de bóvedas cilíndricas ó elípticas.

Vengamos ahora al transporte del mineral. Hay diferentes medios de sacarlo de la mina: si estuviese en una montaña y tuviese un caño de desagüe, este podria servir tambien para la conduccion del mineral; y si no concurriesen tales circunstancias, seria necesario sacarlo por un pozo. La economía en la conduccion es de suma importancia en esta clase de industria, porque generalmente cuesta mucho é influye bastante en el éxito de la empresa. Se hace uso muy comunmente en lugar de carretones de una rueda, de los carrillos (fig. 6), que no son otra cosa que unas cajas pequeñas sostenidas por cuatro ruedas de tamaños desiguales. Se descarga el mineral en el monton que está en el fondo del pozo, y de allí se pasa á la cuba ó espuerta en que se ha de subir. En las minas de carbon se procura transvasar lo menos posible este combustible, porque es mayor su valor en gruesos trozos que menudo;

y hay tambien mas economía en la mano de obra. En algunas minas de consideracion se introducen caballos y asnos en las labores para que tiren de los carrillos, en otras se mueven con máquinas, y hay algunas con canales subterráneos para transportar el mineral en botes.

Ventilacion.

Es facil concebir que si en cada mina hubiese un solo pozo no se podria renovar el aire, y por consiguiente se viciaria muy pronto por la combustion de las luces, la deflagracion de la pólvora, la respiracion de los mineros, y otras muchas causas. Es pues condicion esencial que una mina tenga al menos dos aberturas que comuniquen con el aire esterior, y que esten á niveles diferentes para que haya corrientes de aire constantemente. Hay ocasiones en que basta un solo pozo, y en uno de sus ángulos se pone un conducto que haga las veces de otro pozo: pero como entre las numerosas ramificaciones de trabajos que presentan casi todas las minas hay siempre algunas donde el aire apenas puede circular, es necesario valerse muchas veces de medios artificiales que se reducen ó á impeler el aire hácia las escavaciones, ó á enrarecerlo por medio de la aspiracion, produciendo de este modo una corriente rápida.

El primer medio no puede emplearse, digámoslo asi, mas que accidentalmente, como cuando se

trata por ejemplo de prolongar un caño que debe comunicar muy pronto con otro, ó se emprenden reconocimientos en una direccion algo diferente de la de los trabajos etc., porque es medio muy imperfecto, y la distancia á que lleva el aire es bastante corta.

El otro medio es por el contrario muy poderoso; y aunque suelen usarse para conseguirlo máquinas aspirantes de todas clases, el fuego es empero del que se echa mano con mas comodidad y energía. Para esto se forma una parrilla, y encima se coloca un tubo de aspiracion, de tal manera que el fuego que se ponga sobre la parrilla no consuma otro aire que el atraido del interior de los trabajos. Muchas veces se coloca el fuego en el interior de la mina dentro de un pozo principal ó de ventilacion, que reciba el aire del principal. Cuando el aire que sale de la mina lleva mezclado gas hidrógeno se le hace atravesar por un tubo que pasa por un hogar alimentado por el aire esterior.

Desagüe.

Las aguas de la superficie del terreno que se filtran al través de la tierra vegetal, y las fuentes que se encuentran de contínuo á poco que se profundice, son un grande obstáculo para el beneficio de las minas. Si las labores estan sobre un valle, es ca-

si siempre el medio mas económico abrir un caño de desagüe al nivel del valle; pero cuando estan mas bajas hay que recurrir á otros métodos que en general se reducen á dos, á saber: cubas ó bombas.

Las primeras solo pueden usarse cuando hay poca agua, mas las segundas se emplean generalmente en las minas. Las bombas pueden ser ó simplemente aspirantes, ó aspirantes y comprimentes á la vez. Las aspirantes son las mas cómodas, porque estan menos espuestas á romperse, y son mas fáciles de componer. Sabido es que á los 32 pies de altura de unas es menester colocar otras. Las máquinas que se emplean para mover las bombas son segun las circunstancias locales, ó máquinas de columnas de agua, ó de vapor, ó ruedas hidráulicas. Las máquinas de vapor son preferibles cuando el combustible es barato, y muy grande la cantidad de agua que hay que sacar, pues que con ellas se dispone de una fuerza á que jamas pueden llegar las otras.

Descenso de los mineros.

Cuando en las minas hay caños de desagüe suelen entrar por ellos los mineros; pero muchas veces no pueden hacerlo. Es asimismo muy frecuente tener que subir á las plantas superiores ó descender á las que estan á un nivel mas bajo que el caño de desagüe. Estas comunicaciones se hacen con escalas

colocadas en los pozos pequeños de comunicacion. Cuando las minas no tienen mas salida que los pozos, bajan los mineros ó por escalas ó por el torno. Este último método, aunque es mas espedito y cómodo, es peligroso por el poco cuidado que suelen tener en conservar en buen estado las maromas destinadas á este uso.

Alumbrado.

Para alumbrar las minas se usan comunmente candiles de hierro, cerrados herméticamente para que no pueda derramarse el aceite, y con un gancho para colgarlos. Mas como en muchas minas de carbon de piedra se desprende gas hidrógeno carbonado, que mezclado con el aire atmosférico en ciertas proporciones detona y causa graves accidentes, se han empleado diferentes medios para impedir la inflamacion de esta mezcla, conocida de los mineros con el nombre de gas inflamable; habiendo sido el mas eficaz la ingeniosa lámpara de seguridad inventada por Humphry Davy; en la cual se puede tener la mayor confianza.

Es una propiedad de las telas formadas de hilos metálicos, cuando el enrejado está bastante unido, de no dar paso á la llama. Este efecto se atribuye á que los hilos metálicos son escelentes conductores del calor y lo disipan en todos sentidos, de manera

que no queda bastante para inflamar el gas que está por fuera; bien que otros creen que el enrejado repele la llama. Pero sea como quiera, el hecho es cierto, y facil concebir que si se rodea por todas partes con una tela metálica una bujía, entrará el aire necesario para la combustion, y la luz será visible; pero si se coloca este aparato en medio de una mezcla detonante de hidrógeno y de oxígeno, la porcion de gas que se introduzca en el espacio cerrado por la tela, detonará sola y advertirá del peligro, sin que la inflamacion se comunique á fuera, y lo único que podrá suceder será apagarse la luz.

La lámpara de seguridad consiste principalmente en una linterna formada de una tela metálica (de alambre de hierro ó de cobre), y dentro la mecha de una lámpara comun (fig. 7). Esta tela metálica, cuyo tejido es bastante fino y unido, pues que debe contener lo menos 300 agujeros por pulgada cuadrada, tiene como hemos dicho, la propiedad de impedir la esplosion esterior aun cuando la tela haya adquirido el calor rojo; y la condicion esencial para que esto se verifique infaliblemente es que no haya ninguna abertura en la lámpara que sea mayor que las mallas de la tela.

Alzamiento del plano de las minas.

En la práctica de la minería se emplean dos clases de operaciones geométricas: la primera es comun á todos los casos en que se aplica la geometría y lo mismo los instrumentos de que se hace uso; mas la segunda es peculiar al arte de las minas, y tambien lo son los instrumentos que se emplean. Esta pues, que es de la que vamos á ocuparnos, se conoce con el nombre de geometría subterránea.

Las operaciones peculiares al arte de las minas tienen por objeto medir los espacios subterráneos, esten ó no abiertos, determinar la correspondencia que tienen entre sí y con puntos de la superficie; prescribiendo al minero el camino que debe seguir para establecer las comunicaciones mas ventajosas, bien sea de un punto interior á otro tambien interior, bien de uno interior á otro esterior, bien en fin de uno esterior á otro interior.

Los instrumentos que se emplean para estas operaciones son la brújula, el semicírculo graduado, y la cadena.

Brújula.

Las brújulas menos usadas en las minas tienen la rosa dividida en 360°, ó mas bien en cuatro partes de 90° cada una. Las que se emplean casi general-

mente en las minas mas célebres estan divididas en horas, y por lo comun en dós veces doce hóras, y por consiguiente cada hora comprende 15° sexagesimales. Las dos veces doce horas se cuentan en el limbo de este modo. El plano circular en cuyo centro la aguja gira sobre su estilete, está dividido en cuadrantes por dos líneas rectas: la primera se señala con la letra N. en uno de sus estremos, y con la S. en el otro. La segunda se designa con las letras E. O., pero de manera que teniendo el observador la brújula en la mano, y la linea N. S. en la direccion que se propone seguir, siendo N. la letra que tenga á mayor distancia, esté la E. á la izquierda y la O. á la derecha.

El número 12 se ve en cada uno de los dos estremos N. S., y el 6 en los E. O.; y cuando el observador tiene la brújula en la situacion indicada lee en el limbo los números partiendo del punto 12 N. y bajando de derecha á izquierda en la serie natural 1, 2, 3, etc. hasta 12 S.; pero si desde este punto lee de izquierda á derecha encontrará la misma serie hasta 12 N. Resulta pues de esta graduacion que un mismo número corresponde siempre en el limbo á dos estremos de un mismo diámetro. La parte de la aguja que se dirige constantemente al N., salva la declinacion, se distingue de la que está al S. en que tiene un color azul. La brújula se coloca en una caja cuyo fondo es un plano rectangular que puede servir de regla sobre una mesa, ó que suspendida

de unos corchetes haga que la brújula tenga la situacion horizontal necesaria para el movimiento de la aguja. Este instrumento en que la aguja representa constantemente una línea horizontal en el meridiano magnético (salva la inclinacion que se desprecia), sirve para espresar en horas y fracciones de hora el ángulo que la línea N. S. forma con la direccion del meridiano magnético.

Uso de la brújula.

El uso de la brújula da á conocer por que en la graduacion de este instrumento se colocan los signos E. O. en sentido inverso de la posicion que dichos puntos cardinales tienen realmente respecto al N. y al S.; y por que las cifras de las horas estan escritas de derecha á izquierda desde el punto 12 N. Si se trata, por ejemplo, de tomar la direccion de una beta ó de una capa, bien sea en la superficie, bien en otro cualquier parage visible del criadero, colocará el observador ante sí la brújula horizontalmente, teniendo cuidado que la línea N. S. sea paralela á la cama y al techo, y entonces debe observar: 1.° en qué hora y fraccion de hora se detiene la aguja: 2.° en qué semicírculo está situada la estremidad azul, si á derecha ó á izquierda de la línea N. S. Supongamos que la aguja se detenga en la cifra 3, y que la parte azul se halle entre N. y E. de

la brújula: la observacion se espresará en tal caso de este modo: 1.° la direccion de la beta ó de la capa está á tres horas: 2.° se dirige al N. E. De este modo con la posicion inversa que hemos indicado, basta leer en el limbo de la brújula los caractéres que indica la aguja para aplicarlos en seguida á la línea N. S., y por consiguiente á la direccion que se trata de determinar. La aguja, en efecto, es la verdadera línea magnética N. S., y la hora indicada por los estremos de la aguja no espresa la situacion del meridiano magnético, sino tan solamente la medida del ángulo que hace con este meridiano la línea de direccion buscada. Pero es evidente que el valor de este ángulo es el mismo, cualquiera que sea la línea entre las dos N. S., y 3 donde se empieza á contar en el caso de que se trata; debiendo leerse lo que conviene á la línea N. S. en los estremos de la aguja; y en los estremos de aquella, lo que conviene á esta; pues para ello es la inversion de las letras que facilita la observacion, sin perjudicar á la exactitud.

Semicírculo.

Este instrumento consiste en una placa de laton que puede suspenderse por el diámetro paralelamente á una línea que representa la inclinacion que se ha de medir. El semicírculo está dividido en dos veces 90°, de manera que el punto cero se halla al es-

tremo del radio que es perpendicular al diámetro del instrumento, y el punto 90° en ambos estremos del diámetro. En el centro del semicírculo cuelga un hilo á plomo, de tal modo que si se coloca el diámetro horizontalmente, el peso suspendido al hilo corresponde al punto cero; pero si se inclina el diámetro la línea del hilo á plomo que queda siempre vertical formará un ángulo con el radio perpendicular al diámetro, esto es, con la línea designada por cero en el limbo del instrumento. Es sabido en geometría, que este ángulo es siempre igual al que forma el diámetro del instrumento con una línea horizontal considerada debajo en el mismo plano vertical, y por consiguiente con la inclinacion buscada. Luego basta para conocer dicha inclinacion ver en el semicírculo graduado los grados y fracciones que haya entre cero y el punto á que corresponde el estremo inferior del hilo á plomo, siendo el número que designe este punto la inclinacion en grados y fracciones de grado.

Cordon ó cadena.

El cordon es una cadenita de hilo de laton torcido de 10 varas de longitud, dividida y subdividida exactamente. Cualquiera que sea la unidad de medida debe recomendarse la division decimal que facilita mucho los cálculos. Para fijar los estremos de la cadena se hace uso de punzones de laton.

Modo de levantar un plano.

Con el corto número de instrumentos que se acaba de describir levanta un plano el minero cuando no teme la presencia del hierro, y ejecuta á la vez la competente nivelacion como vamos á ver. Consideremos pues el interior de una mina en actual laboreo, y de este caso general deduciremos facilmente las operaciones que hay qne ejecutar para dar principio á las escavaciones.

La formacion del plano y de los cortes verticales de una mina abraza las partes siguientes.

1.ª Debe formarse en el interior una serie de triángulos rectángulos, situados rerticalmente; de cada uno de ellos se conoce la direccion relativamente al meridiano magnético y la hipotenusa, con un ángulo adyacente. En dicho triángulo los lados contiguos al ángulo recto son la proyeccion horizontal y vertical de la hipotenusa conocida. Anotense pues estas observaciones.

2.ª Es menester resolver por medio del cálculo los triángulos observados, y

3.ª Trasladar al papel los resultados de la observacion y del cálculo, de tal modo que las proyecciones horizontales de las hipotenusas formen el plano, y las proyecciones verticales los cortes.

Hé aqui como se ejecuta todo esto.

En el interior de la mina

1.º Habiendo anotado el punto de partida se tiende la cadena en una direccion cualquiera, y se fija por los dos estremos. La cadena se considera como hipotenusa de un triángulo rectángulo situado verticalmente, y su longitud se conoce por la division que lleva en varas, pies, etc.

2.º Se colocan alternativamente sobre la cadena el círculo graduado y la brújula, suspendiendo esta de manera que el punto N. se halle siempre hácia donde se dirige el observador. Anótese lo que indican ambos instrumentos, y se conocerá ademas de la longitud de la hipotenusa el ángulo adyacente que mide su inclinacion y la direccion del triángulo rectángulo á que pertenece.

3.º Anótese igualmente si la cadena tendida sube ó baja contando desde el punto de partida.

4.º Mídase tambien, si fuese necesario, el espacio que rodea las estremidades de la cadena, y figúresele en un cuaderno de observaciones, lo que es facil las mas veces y sobre todo en las galerias y los pozos donde basta generalmente, á causa de la simetría de los espacios, anotar en qué lado de la escavacion se fijaron los cabos de la cadena.

El conjunto de las operaciones que acaban de indicarse es lo que se llama primer arranque.

Cuando se ha llegado al fin de este, se principia otro

de la misma manera desde el punto en que concluyó el primero, y asi con los demas. Para reunir los datos necesarios á la formacion del plano y córtes verticales de una mina ó de una estension cualquiera, debe recorrerse toda, haciendo los arranques que hemos dicho y tomando las apuntaciones del modo que vamos á indicar.

Deberá tenerse un cuaderno de observaciones dividido en columnas verticales con los membretes siguientes:

1.° Número de cada arranque cuyos datos se escriben en una misma línea horizontal con la columna que sigue.

2.° Punto cardinal hácia el cual el polo N., esto es, el estremo azul de la aguja magnética se aproximaba mas en el limbo de la brújula. Este punto se indicará con una de las letras E. O. ó bien N. S.

3.° Hora y fracciones de hora observadas.

4.° Número de grados y minutos que señaló el semicírculo, con una columna accesoria donde se escribe la letra S. si el arranque fue subiendo, y B. si fue bajando.

5.° Longitud de la cadena entre ambos puntos estremos del arranque.

6.° Notas concernientes á los parages, y demas detalles que convengan.

Vengamos ahora á la resolucion de los triángulos rectángulos formados, en los cuales hay que

buscar los dos lados adyacentes al ángulo recto. Basta recordar para estos cálculos que si en un triángulo rectángulo se designa por A el ángulo recto, por B y C cada uno de los ángulos agudos: por BC la hipotenusa: por AB, AC los lados adyacentes al ángulo recto; siendo R el radio de las tablas de los senos, tendremos estas ecuaciones:

Log. AB = Log. BC + Log. sen. C — Log. R.
Log. AC = Log. BC + Log. sen. B — Log. R.

Estas ecuaciones darán facilmente los valores que buscamos por medio de las tablas de senos y logaritmos. Supongamos que en el triángulo rectángulo que corresponde á uno de nuestros arranques el lado AB sea la proyeccion horizontal, y el lado AC la proyeccion vertical de la cadena; es claro que el ángulo B es el medido inmediatamente por el semicírculo graduado; y que el ángulo C siendo complemento tiene por seno el coseno del ángulo B. Asi pues con el cuaderno de observaciones y las tablas de senos y logaritmos se conoce todo en las ecuaciones citadas. Sea por ejemplo

BC = 4,2 varas.

El ángulo observado B = 30°, 15'.

Se verá en las tablas:

Log. AB = (0,623249 + 9,936431 — 10) = (Log. BC + log. cos. B — log. R.) = 0,559680.

De donde AB = 3,628 varas.

Log. AC = 0,325485, de donde AC = 2,116 varas.

Despues de resueltos por el mismo método todos los triángulos rectángulos de los arranques, se añaden al cuaderno de observaciones otras columnas con los membretes siguientes.

7.º Proyeccion horizontal de la cadena en el arranque correspondiente.

8.º Altura, ó proyeccion vertical de la cadena. Esta columna debe estar dividida en dos partes: en una se colocan las proyecciones verticales que suben, y en otra las que bajan, por cuyo medio se suman juntas mas facilmente unas y otras, ora para sacar el total del espacio medido, ora para una sola parte; y restando una de estas sumas de la otra, como se hace en toda nivelacion, se determina lo que un punto cualquiera está mas alto ó mas bajo que otro.

Por medio de la tabla que contiene las columnas verticales espresadas desde el número 1.º hasta el 8.º, y otras tantas líneas horizontales como arranques ha habido, se pasan las operaciones al papel del modo siguiente.

Para trazar el plano se hace uso de la misma brújula que se empleó en la mina, colocándola en la caja cuadrada de que hemos hablado. Se estiende y fija bien el papel sobre una mesa horizontal, inmóvil y distante de todo objeto de hierro; se le orienta con la brújula, y se construye la escala adoptada pa-

ra el trazado que se va á ejecutar: en seguida se señala en el papel el punto de partida, de manera que con lo restante de él haya el espacio conveniente para estender el plano en el sentido que resulta de las observaciones. Hecho esto, se coloca la brújula sobre el punto de partida de modo que la línea recta ó regla de la caja pase por este punto, y que el N. de la brújula se dirija siempre al espacio que hay que recorrer, como se hizo en la mina. Se da vuelta poco á poco á la brújula al rededor del punto de partida que sirve de centro, hasta que la aguja indique exactamente la hora observada en el arranque, en cuyo estado se tira por el punto de partida y siguiendo la regla de la caja, una línea recta que se prolonga hasta que indique la longitud hallada en la mina por la proyeccion horizontal del arranque. Hecho esto, sirve el estremo de la línea de punto de partida para el segundo arranque, en el cual se practica lo mismo. De este modo, de arranque en arranque se traza una serie de líneas cuyo conjunto es la proyeccion horizontal de todas las posiciones sucesivas que tuvo la cadena en la operacion subterránea; pudiéndose ya con las medidas y notas tomadas trazar al rededor de esta proyeccion horizontal, considerada como directriz, todas las líneas que forman el plano general de los espacios que hay que representar.

Supongamos que el punto de partida se haya tomado á la luz en la boca de una galería ó de un po-

zo, y que haya al mismo tiempo un plano exacto de la superficie del terreno: en este caso será bien facil, haciendo como antes, transportar el plano de los trabajos subterráneos sobre el plano mismo de la superficie, de manera que con una mirada se encuentre su correlacion. Por este medio se puede conocer si los trabajos subterráneos de una pertenencia estan ceñidos á sus límites superficiales; si tal ó tal edificio se encuentra ó no encima de tal escavacion, si por un pozo vertical se llegará ó no desde un punto conocido de la superficie á tal ó tal punto de los trabajos interiores, etc. En fin asi es como se resuelve un gran número de problemas de la geometría subterránea; mas para resolverlos todos es indispensable tener la nivelacion del terreno al menos en dos sentidos perpendiculares uno á otro, y los córtes verticales ó perfiles de los trabajos subterráneos.

MODO DE TRAZAR

EL

CORTE DE LAS LABORES.

Para trazar un perfil ó una proyeccion vertical llamada corte de las labores, se empieza determinando sobre el plano la direccion que ha de tener. Dos son los córtes que se hacen ordinariamente; el uno comprende la mayor estension de las labores, y el otro es perpendicular á este. Como en ambos casos, y en general cualquiera que sea la direccion del corte pedido, se procede de la misma manera, nos bastará esponer el modo de formar un perfil en la direccion de la mayor estension de las labores.

Tírese sobre el plano una línea paralela á la trazada que representará la interseccion de los planos horizontal y vertical de proyeccion, esto es, la base del corte. Despues desde el punto de partida del plano, y desde el estremo de cada uno de los arranques proyectados horizontalmente ó al menos desde el estremo de los principales, se levantan perpendiculares indefinidas que corten la línea de interseccion de ambos planos. Sobre la perpendicular que corres-

ponde al punto de partida se determina arbitrariamente la proyeccion de este punto, y desde esta proyeccion se tira una paralela á la base del corte, que corta en ángulo recto la perpendicular correspondiente al otro estremo del primer arranque: la interseccion de estas dos líneas da un punto de partida desde el cual se va sobre la perpendicular indefinida, y segun la escala adoptada, la altura encontrada antes (columna 8.ª) para el estremo en cuestion, está encima ó debajo del punto de partida. Si la altura es subiendo se tira sobre el punto determinado, y si es bajando sobre el de abajo. De este modo de arranque en arranque se puede trazar la proyeccion vertical de todas las posiciones que la cadena tuvo en la mina. Solo resta ya diseñar al rededor de cada una de estas proyecciones, considerada como directriz, los contornos de las obras subterráneas, lo que se ejecuta por medio de medidas y notas tomadas en la mina como lo hemos dicho respecto del plano.

La simetria y corta estension de los trabajos subterráneos permiten muchas veces abreviar considerablemente el trazado del plano y de los cortes; pero hay tambien muchas esplotaciones en que es necesario para presentar una imagen completa de las labores subterráneas, trazar muchos planos tomados á diferentes niveles, y varios cortes en diversos sentidos.

Los cortes verticales deben presentar, si han de ser útiles á la direccion de los trabajos, el perfil exacto del terreno superficial, asi como los planos del interior deben estar en exacta correspondencia con el plano de la superficie. Veamos sumariamente lo que hace el minero en este caso, y para mayor claridad supongamos que una sola galería, cuyo suelo se inclina uniformemente hácia la puerta ó entrada, esté representada por un plano y por un corte: se trata ahora de figurar exactamente el terreno sobre el corte del trazado y para ello es necesario:

1.° Determinar en la superficie muchos puntos que correspondan verticalmente á puntos conocidos de la galería.

2.° Determinar la altura de cada uno de estos puntos en la superficie con relacion á la entrada como punto de partida.

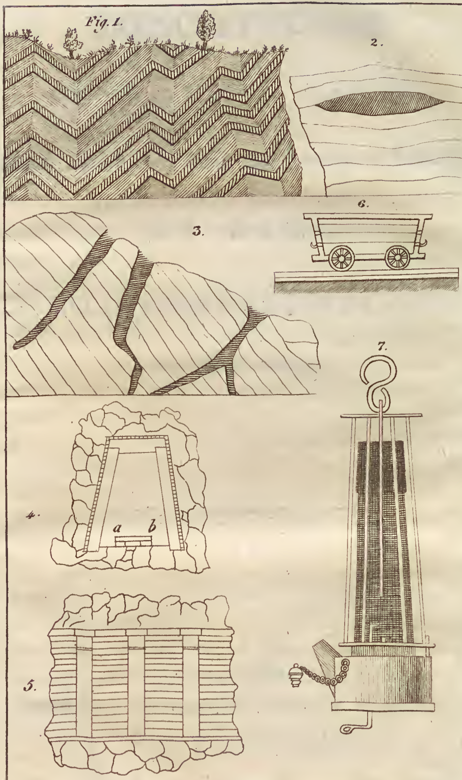
3.° Para cada punto marcado en la superficie como punto correspondiente á la galería debe llevarse en el corte ya trazado, contando sobre el punto de partida, la altura que conviene á este punto segun la operacion segunda.

4.° Es necesario en fin hacer pasar por el estremo superior de estas líneas de altura otra que será el perfil pedido.

Supongamos que se busca la pendiente general del terreno desde la boca á la luz, hasta encima del estremo oscuro de la galería: en este caso basta re-

ferir á la superficie el punto que corresponde al estremo oscuro del plano subterráneo. Lo que digamos de este punto se aplicará facilmente á cualquier otro, y si varía la inclinacion del piso de la galería, será facil atender á esto, como en toda nivelacion, sumando las alturas que suben con las que bajan, y restando la suma menor de la mayor. Aqui conviene distinguir el caso en que el terreno situado sobre la galería ofrezca una superficie horizontal terminada por la parte de la puerta por un plano vertical mas ó menos alto, y el caso mucho mas ordinario en que el terreno es desigualmente montuoso.

(Se continuará.)


Fig. 1.
2.
3.
6.
7.
4.
a
b
5.

